

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 2 0 7 2 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 2 0 7 2 2]

出 願 人 ロ ー ム 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 9 8 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-00278

【提出日】 平成14年11月 5日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01S 5/022

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

 【氏名】 縄江 周一

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

 【氏名】 市原 淳

【特許出願人】

 【識別番号】 000116024

 【氏名又は名称】 ローム株式会社

 【代表者】 佐藤 研一郎

【代理人】

 【識別番号】 100098464

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河村 洸

 【電話番号】 06-6303-1910

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 042974

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9910321

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュールの製法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に光素子を固着し、前記光素子と光伝送体とを結合させ該光伝送体を前記基板上に固着する光モジュールの製法であって、

(a) 前記光伝送体を駆動機構により移動させて前記光素子との結合が最適位置になるように位置調整をし、

(b) 前記位置調整された光伝送体の前記基板の面と垂直方向である Y 方向の位置をレーザマイクロメータにより測定し、

(c) 前記光伝送体を基板上にハンダ材により固着し、

(d) 前記光伝送体の前記 Y 方向の位置を前記レーザマイクロメータにより測定して (b) の測定値とのずれ量を検出し、

(e) 前記光伝送体の固着部を溶融して前記ずれ量だけ前記駆動機構により前記光伝送体をずらせて再度固着する

ことを特徴とする光モジュールの製法。

【請求項 2】 前記 (d) ~ (e) の工程をさらに少なくとも 1 回繰り返す請求項 1 記載の光モジュールの製法。

【請求項 3】 基板上に光素子を固着し、前記光素子と光伝送体とを結合させ該光伝送体を前記基板上に固着する光モジュールの製法であって、

(a) 前記光伝送体を駆動機構により移動させて前記光素子との結合が最適位置になるように位置調整をし、

(b) 前記位置調整された光伝送体の前記基板の面と垂直方向である Y 方向の位置をレーザマイクロメータにより測定し、

(b2) 前記光伝送体を固着することにより生ずる Y 方向のずれ量として予め予想される量だけ、駆動機構により前記光伝送体を移動させ、

(c) 前記光伝送体を前記基板上にハンダ材により固着することを特徴とする光モジュールの製法。

【請求項 4】 前記 (c) の工程に続いて、

(d) 前記光伝送体の前記 Y 方向の位置を前記レーザマイクロメータにより測定

して (b) の測定値とのずれ量を検出し、

(e) 前記光伝送体の固着部を溶融して前記ずれ量だけ前記駆動機構により前記光伝送体をずらせて再度固着する

工程をさらに少なくとも 1 回繰り返す請求項 3 記載の光モジュールの製法。

【請求項 5】 筐体の外で前記各工程を行い、前記光伝送体の固着を行った後前記基板ごと前記筐体内に配置して固定する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の光モジュールの製法。

【請求項 6】 前記基板に孔をあけた基板を用い、前記 Y 方向の位置測定の際に、前記 Y 方向と垂直方向で、かつ、前記光伝送体と前記光素子とを結ぶ光軸方向と垂直方向である X 方向の位置測定も行い、X 方向のずれ量を補正する請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の光モジュールの製法。

【請求項 7】 前記光伝送体がメッキ付き光ファイバからなり、固着する前に前記光ファイバを加熱処理する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の光モジュールの製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光素子と光伝送体を組み込む光モジュールの製法に関する。さらに詳しくは、光素子と光伝送体との位置関係を精度よく合せ、かつ、高歩留りの光モジュールの製法に関する。

【0002】

【従来の技術】

たとえば幹線系伝送路における中継点に使われ、信号を増幅する役割を果たす EDFA (光ファイバアンプ) などに、励起光源として、半導体レーザと光ファイバを組み込んだ光モジュールが用いられている。この種の光モジュールでは、半導体レーザの負荷を減らすため、半導体レーザと光ファイバとの結合効率を 80% 以上にすることが求められており、それを達成するためには、半導体レーザに対する光ファイバの位置精度を $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 程度以下にする必要がある。この半導体レーザと光ファイバとの組立は、たとえば図 8 (a) に示されるように、

光ファイバ 4 3 の出力を光出力測定器 4 1 により検出しながら相互の位置合せをして、Y A G レーザによる溶接やハンダ付けなどにより固着される。なお、この位置合せに、半導体レーザ 4 2 の上面側とこれに直交する側面側の 2 方向から光ファイバ 4 3 との位置関係を撮像カメラによって観察し、カメラ画像を用いて位置合せを行うものも考案されている（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開平 6 - 2 8 1 8 4 6 号公報（図 1）

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの方法を用いて位置合せをした後、光ファイバなどの光伝送体を固着すると、実際には固着時に位置ずれを起こしてしまう。そのため、固着時の位置ずれを修正する必要があるが、たとえば Y A G レーザによる溶接で固着している場合には、固着時の位置ずれが大きく、修正も僅かしかできず、しかもずれ量の補正を定量的に行えないため、固着後のずれ量は、図 8（b）に示す通り、平均で $0.7 \mu\text{m}$ 程度となり、非常に歩留りが悪くなってしまう。さらに、溶接箇所を増やしてその方向に引っ張ることにより補正を行うため、補正回数は数回程度が限度である。一方、ハンダ材などを用いて固着している場合は修正を何回でも行えるが、光ファイバのずれの方向およびその絶対量が分からないため、修正回数が多くなりコストアップになるにも拘わらず、完全な位置合せを行うことができないという問題がある。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、光素子と光伝送体との位置関係を精度よく合せ、かつ、短時間で確実に高い結合効率を得られる光モジュールの製法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明による光モジュールの製法は、基板上に光素子を固着し、前記光素子と光伝送体とを結合させ該光伝送体を前記基板上に固着する光モジュールの製法で

あって、（a）前記光伝送体を駆動機構により移動させて前記光素子との結合が最適位置になるように位置調整をし、（b）前記位置調整された光伝送体の前記基板の面と垂直方向である Y 方向の位置をレーザマイクロメータにより測定し、（c）前記光伝送体を基板上にハンダ材により固着し、（d）前記光伝送体の前記 Y 方向の位置を前記レーザマイクロメータにより測定して（b）の測定値とのずれ量を検出し、（e）前記光伝送体の固着部を溶融して前記ずれ量だけ前記駆動機構により前記光伝送体をずらせて再度固着することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

ここで光素子とは、半導体レーザや発光ダイオードなどの発光デバイス、フォトダイオードなどの受光デバイスの他、発光デバイスや受光デバイスと結合されるレンズまたはこれらの結合体や光導波路などの光伝送体と正確な位置合せをして組み立てるものを含む意味であり、光伝送体とは、光ファイバなどの光伝送路の他、光伝送路と結合されるアイソレータや集光レンズなどからなる光学部品組立体を含む意味である。

【 0 0 0 8 】

また、基板上に固着とは、基板上に直接固着する場合の他、固定台やサブマウントなどを介して基板上に固着する場合も含む意味である。さらに、最適位置とは、光素子と光伝送体との結合度が最大点近傍で安定した結合度が得られる位置を意味し、図 7（b）に示されるように、光素子などの出力特性が双峰性の場合には必ずしも最大点の位置とは限らない。

【 0 0 0 9 】

このように、ハンダ材で固着する前にレーザマイクロメータを用いて光伝送体の最適位置をレーザマイクロメータの表示により測定することで、光素子に対する光伝送体の絶対的な位置を知ることができるため、ハンダ付けの際の熱処理などにより光伝送体の位置ずれが生じてても、その位置ずれの絶対量を知ることができる。そして、つぎに固着部を溶融し、最適位置を基準にして、そのずれ量だけ修正する方向に光伝送体の位置を修正して再度ハンダ付けにより固着するため、一度の修正で非常に精度良く組み立てることができる。すなわち、光伝送体を固着する際に、熱が加わることにより、微妙なずれが生じるが、そのずれは同じ熱

の印加に対して、殆ど同じであるため、一度目の固着により生じたずれ量だけ移動して再度固着することにより、一度の修正で非常に正確に位置合せをすることができ、結合効率を向上させることができる。

【0010】

また、前記（d）～（e）の工程をさらに少なくとも1回繰り返すことにより、たとえ熱の印加に履歴が異なる場合があっても、2～3回行えば完全に位置合せを行うことができ、さらに位置精度が高く、結合効率を向上させることができる。

【0011】

さらに、前述の（b）工程と（c）工程との間に、前記光伝送体を固着することにより生ずるY方向のずれ量として予め予想される量だけ、駆動機構により前記光伝送体を移動させる工程を行い、かつ、前述の（d）～（e）工程を省略することにより、一度の修正をすることなく、非常に精度良く組み立てることができる。すなわち、前述のように、光伝送体を固着する際に、熱が加わることにより、微妙なずれが生じるが、そのずれは同じ熱の印加に対して、殆ど同じであるため、量産する場合には、ずれ量がある程度予想することができるため、その予想される量を予め調べておき、そのずれ量だけハンダ材による固着前に最適位置から光伝送体を移動させてから固着することにより、固着後、一度の修正をすることなく、非常に正確に位置合せをすることができ、結合効率を向上させることができる。

【0012】

筐体の外で前記各工程を行い、前記光伝送体の固着を行った後前記基板ごと前記筐体内に配置して固定することで、筐体内にレーザマイクロメータを設置するスペースがない場合や、筐体がレーザマイクロメータの光を透過しない場合であっても、筐体外でレーザマイクロメータにより位置合せおよび修正を行い、その後筐体に組み入れることで、高精度の光モジュールとすることができる。

【0013】

また、前記基板に孔をあけた基板を用い、前記Y方向の位置測定の際に、前記Y方向と垂直方向で、かつ、前記基板の面と垂直方向であるX方向の位置測定も

行い、X方向のずれ量を補正することで、X方向についても、レーザマイクロメータによる補正が可能となり、X方向についても結合効率を向上させることができる。すなわち、光素子が半導体レーザの場合、X方向には、光の拡がりが少ないため、結合効率を比較的高くしやすいが、X方向についてもずれ量を補正することにより、より結合効率を向上させることができる。

【0014】

さらに、前記光伝送体がメッキ付き光ファイバからなり、固着する前に前記光ファイバを加熱処理することで、熱の印加による変形が安定化し、固着時の加熱によるファイバ位置の変動が抑制され、位置ずれを減少させることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】

つぎに、本発明の光モジュールの製法を図1(a)～(b)を参照しながら説明する。本発明の製法により得られる光モジュールは、たとえば図1(b)にその一実施形態であるEDFAなどに用いる励起光源用の光モジュールの断面説明図が示されるように、基板1上に光素子2(図1に示される例では半導体レーザチップ21)が固着され、光素子2と光伝送体3(図1に示される例では光ファイバ31)とを結合させ光伝送体3が基板1上に固着されている。そして、この組立体が、たとえばコバールやCu-Wなどからなる筐体11内にペルチェ素子12を介して固定され、光伝送体3が筐体11から導出される構造になっている。本発明は、この光モジュールを製造する際に、簡単な製造工程で、光素子2と光伝送体3との結合効率を向上させるため、光伝送体3を光素子2との結合が最適位置になるように位置調整をし、光伝送体3が固着された基板1の面と垂直方向であるY方向の位置をレーザマイクロメータ10(10a、10b、10c)により測定した後、光伝送体3をハンダ材5により固着し、再度、レーザマイクロメータ10により測定して固着前の測定値とのずれ量を検出し、固着部を再度溶融してずれ量だけ光伝送体3をずらせて再度固着することに特徴がある。

【0016】

まず、光伝送体3と光素子2とを固着する基板1上に、半導体レーザチップ21からなる光素子2などを固着する。

【0017】

基板1は、AlNなどの熱伝導率のよい基板からなることが放熱性の観点から好ましいが、これに限定されるものではない。

【0018】

半導体レーザチップ21を基板1に固着するには、たとえばAlNなどの熱伝導性のよいサブマウント7上に別途半導体レーザチップ21を図示しないハンダ材でダイボンディングしておき、半導体レーザチップ21がダイボンディングされたサブマウント7を基板1上の予め決められた位置にAu-Sn合金などの図示しないハンダ材を用いて固着することにより行う。なお、基板1上にサブマウント7を先に固着しておき、その上に半導体レーザチップ21をダイボンディングすることも可能である。また、サブマウント7は、熱伝導性のよいものが半導体レーザチップ21駆動時の半導体レーザチップ21から発せられる熱を基板1側へ放熱しやすいため好ましいが、これに限定されることはなく、たとえばシリコン基板上に酸化膜が形成されたサブマウント7であってもよいし、サブマウント7を介することなく、直接半導体レーザチップ21を基板1上に固着してもよい。

【0019】

また、サブマウント7表面、または基板1上には受光素子6が設けられている。受光素子6は、サブマウント7に内蔵されていてもよいし、基板1上のいずれかの場所に受光素子固定台6aを介して個別に設けられていてもよい。すなわち、半導体レーザチップ21から出射される光の一部を受光できる位置に設置されていればよい。受光素子6は半導体レーザチップ21から出射される光を受けることで、半導体レーザチップ21の光出力をモニターし、光出力を一定に保つようにオートパワーコントロール駆動（以下APC駆動という）を行うためのものであり、SiやInGaAsなどからなるフォトダイオードが一般に用いられる。

【0020】

さらに、図1に示される例では基板1上には、光伝送体固定台3a、サーミスタ15が設けられている。なお、直接光伝送体3を基板1に固着するときは、光

伝送体固定台 3 a は不要である。

【0021】

光伝送体固定台 3 a は、ガラスセラミックス、ムライト (Al_2O_3 と MgO を混合したもの)、石英など放熱の悪いものを用いることが望ましい。すなわち、後述するように、光ファイバ 31 などを用いて光伝送体固定台 3 a にハンダ材 5 で固着する場合、ハンダ材 5 を溶融すると共に光伝送体 31 を固着するためにホットピンセットなどを用いて加熱することになるが、光伝送体固定台 3 a および基板 1 を介して、半導体レーザチップ 21 にも熱が伝わることになり、半導体レーザチップ 21 が劣化する可能性があり、それを防ぐために光伝送体固定台 3 a に放熱の悪い材料を用いることで、ハンダ材 5 を溶融する際の熱が半導体レーザチップ 21 側へ伝わりにくくすることができる。

【0022】

なお、サーミスタ 15 とは、熱に敏感な抵抗体であり、 Mo や Co を主体とする遷移金属酸化物を焼結した半導体の感熱素子であり、サーミスタ 15 で検出された温度をモニタして後述するペルチェ素子 12 などにより基板 1 の温度を一定に制御するものである。

【0023】

具体的には、たとえば図 1 に示される例では、 AlN からなる基板 1 上に、ガラスセラミックスからなる光伝送体固定台 3 a、主として Mn の遷移金属酸化物を焼結して形成されるサーミスタ 15、受光素子固定台 6 a を介して Si フォトダイオードからなる受光素子 6、 AlN サブマウント 7 を介して光素子 2 として 980nm 帯の $InGaAs$ 系の高出力半導体レーザチップ 21 をそれぞれ固着する。

【0024】

このように半導体レーザチップ 21 などが組み立てられた基板 1 を、図 1 (a) に示されるように温度一定の作業台 14 上に載置し、たとえば光ファイバ 31 からなる光伝送体 3 の一端部を筐体 11 の側壁の貫通孔を通して半導体レーザチップ 21 と対向するように XYZ 方向に $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微調整が可能な XYZ ステージなどの駆動機構 8 により固定する。そして、半導体レーザチップ 21 を

駆動すると共に、光ファイバ31を駆動機構8により移動させて、半導体レーザーチップ21との結合が最適位置になるように位置調整をする。

【0025】

光伝送体3は、図1に示される例では光ファイバ31からなり、基板1に固着された光伝送体固定台3a上に載置される。なお、光ファイバ31は、石英からなり、先端くさび形レンズドファイバを用いることが、さらに結合効率を上げられる点で望ましい。すなわち、たとえば光素子2として半導体レーザーチップ21を用いている場合、Y方向の光の拡がり角が大きいことにより、結合効率が落ちてしまうことを防止できるからである。

【0026】

さらに、光伝送体3がメッキ付き光ファイバからなる場合には、後述の位置合せを行う前に、光ファイバ31を加熱することが、さらに位置精度をあげるために好ましい。すなわち、たとえばNi/Auメッキされた光ファイバは、メッキによって応力がかかっており、熱を与えると光ファイバのY方向の位置が10 μ m程度変形することを本発明者らは見出し、一度光ファイバ31を熱することでメッキの応力が緩和され、再度熱してもほとんど変形しないことをさらに見出した。そのため、メッキ付きの光ファイバを用いる場合には、位置合せを行う前に、たとえば150～400℃で10～60秒程度、好ましくは300℃で30秒程度光ファイバ31を先に熱しておくことが、後述する位置合せ時のずれ量を減らすことができる点で望ましい。

【0027】

位置調整は、つぎの方法で行う。光ファイバ31を基板1上に配設し、半導体レーザーチップ21をAPC駆動する。一方、光ファイバ31の他端部側に図示しない光出力測定器を設置しておき、光ファイバ31内に光を入射させ、光ファイバ31より伝達される出力をモニターし、最適位置になるよう光ファイバ31のXY方向を駆動機構8により調整することにより行う。なお、Z方向は、位置ずれに対して鈍感であるため、駆動機構8を用いるまでもなく調整可能であるが、駆動機構8を用いて調整してもよい。ここにZ方向とは、光素子2と光伝送体3を結ぶ光軸方向をいい、Y方向とは、光素子2が固着された基板1の面と垂直方

向をいい、X方向とは、Y方向およびZ方向と垂直方向をいう。また、最適位置とは、光素子2と光伝送体3との結合度が最大点近傍で安定した結合度が得られる位置を意味する。すなわち、光素子2として半導体レーザチップ21を用いた場合は一般的には図7(a)に示されるように、XY方向に対しては単峰性の光強度分布を示すため、最大強度となる位置(図7(a)のA点)に合せた場合が最適位置となることが多いが、図7(b)に示されるように、複峰性の光強度分布を示している場合には、必ずしも最大強度に合せることが最適位置とはならない。すなわち、複峰性の光強度分布の場合には、光出力が最大となる位置に合せると、その位置から結合が僅かにずれると光出力の低下が大きくなり歩留りが悪化することになるため、光強度がある程度高く、かつ位置ずれに対して鈍感な位置(図7(b)のA点)が最適位置となる場合があるからである。

【0028】

具体的には、たとえば、基板1を作業台14であるペルチェ素子上に配置し、駆動機構8により固定された光ファイバ31を光伝送体固定台3a上で保持し、半導体レーザチップ21を300mW程度でAPC駆動させながら光ファイバ31の先端部の位置を調整する。Z方向については、光ファイバ31の先端部を半導体レーザチップ21の発光点付近から約10 μ m程度離し、X方向、Y方向は、駆動機構8によって発光点位置に対応したおおよその位置に合せる。ついで、光ファイバ31の後方に、光出力測定器を接続し、光ファイバ31を伝送する光出力をモニタしてX方向、Y方向を調整してファイバ出力がある程度得られるようにする。そして、Z方向を発光点付近から数 μ mの最適な位置に再度調整した後、X方向、Y方向を駆動機構8により最適位置になるように再度微調整する。

【0029】

そして、その最適位置に合せた状態でレーザマイクロメータ10を用いて、Y方向の絶対位置を測定する。

【0030】

レーザマイクロメータ10とは、高精度寸法管理を可能とする非接触の高精度レーザ測長センサであり、レーザ発振器から出射されたレーザビームを高速回転しているポリゴンミラーで反射させ、コリメータレンズにより平行光線とする出

射部 10 a、平行光線を集光レンズにより受光素子に集める受光部 10 b、および受光部での受けた光を寸法に変換し表示する処理制御部 10 c からなり、出射部 10 a から出射された平行光線が測定物を高速で走査し、受光部 10 b で受光し、測定物に遮られることによる光の明暗に応じて、それを処理制御部 10 c で寸法として表示するものであり、分解能は、 $0.02\ \mu\text{m}$ 程度であり、測定精度は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 程度を有するものである。このレーザマイクロメータ 10 を用いることにより、ハンダ材 5 で固着後のずれ量の絶対値を検出することができ、補正の際に光素子 2 との相対位置を再度検出することなく、正確に位置合せをすることができる。

【0031】

具体的には、図 1 (a) に示されるように、レーザマイクロメータ 10 を Y 方向の位置を測定できるような位置に配置し、出射部 10 a から出射された平行光線が、光ファイバ 31 を通過し、受光部 10 b に入射する。そして、処理制御部 10 c において、光ファイバ 31 によって遮られた光は暗表示され光ファイバ 31 の絶対位置を検出し記憶させる。

【0032】

つぎに、位置調整された光ファイバ 31 を光伝送体固定台 3 a にハンダ材 5 により固着する。なお、前述の通り、光ファイバ 31 を基板に直接固着することもできる。

【0033】

ハンダ材 5 による固着は、光ファイバ 31 の周りにハンダ材 5 をセットし、ホットピンセットなどの加熱用治具 9 (図 2 参照) を用いて加熱処理を行うことによってハンダ材 5 を溶融し、その後冷却することにより行う。加熱処理は、ハンダ材 5 が溶融する温度まで加熱することにより行い、加熱する温度は低い方が、加熱する時間は短い方が半導体レーザチップ 21 にダメージを与えることが少ない点で望ましい。また、加熱用治具 9 としてホットピンセットを用いることは、パルス加熱を行うことができ、急速加熱を短時間で行える点などから好ましい。なお、ハンダ材 5 は、たとえば Au-Sn 合金や Sn-Pb 合金や In などが用いられるがこれらに限定されるものではない。ハンダ材 5 を用いることにより、Y

ＡＧレーザを用いた溶接による固着とは異なり、簡単に固着を解除でき、再度固着することができる。すなわち、ＹＡＧレーザを用いて固着してしまうと位置ずれが生じている場合の補正が難しく、また、精度も悪く、再調整にも限界があるのに対して、ハンダ材５を用いれば何度でも補正することができる。

【００３４】

具体的には、図２（ａ）に示されるように、ホットピンセット９で３００℃で約１０秒程度の間パルス加熱し、ハンダ材５であるＡｕ－Ｓｎ合金（Ａｕ約８０％含有）を熔融する。その後、ホットピンセット９での加熱をやめ、ハンダ材５が凝固するまで冷却する。

【００３５】

ついで、ハンダ材５によって固着した後、光ファイバ３１のＹ方向の位置をレーザマイクロメータ１０により測定して最適位置として記憶されている値とのずれ量を検出する。

【００３６】

具体的には、図２（ｂ）に示されるように、ハンダ材５が凝固後、レーザマイクロメータ１０を用いて、光ファイバ３１のＹ方向の絶対位置を測定し、処理制御部１０ｃで、ずれ量 Δd を検出する。これは、ハンダ接合の際、最適位置に合せた光ファイバ３１が、加熱処理などにより位置ずれを起こした量を測定するためのものである。

【００３７】

そして、図２（ｃ）に示されるように、光ファイバ３１の固着部を熔融して検出されたＹ方向のずれ量 Δd だけ、駆動機構８により最適位置から光ファイバ３１をずらせて再度固着する。再固着によっても、１回目のずれ量 Δd だけ、ずれることになり、結果、図２（ｄ）に示されるように、最適位置付近で光ファイバ３１が固着されることになる。

【００３８】

具体的には、基板１を再度、約３００℃で約１０秒程度加熱し、ハンダ材５の固着部を熔融し、ずれ量 Δd だけ、駆動機構８により最適位置から光ファイバ３１をさらに移動させ、移動後再度冷却する。

【0039】

前述のように、加熱による変形に伴うずれ量は、修正のための再加熱によっても殆ど同じように現れるため、ずれ量だけ移動させることにより非常に精度良く位置合せすることができるが、中には再加熱によるずれ量が若干異なって現れるものがある。その場合は、この補正を少なくとも1回以上繰り返すことにより、さらに高精度、高歩留りとすることができる。すなわち、光ファイバ31のY方向の位置をレーザマイクロメータ10により測定して、ずれ量 Δd を検出し、光ファイバ31の固着部を溶融して検出されたずれ量だけ駆動機構8により光ファイバ31をずらせて再度固着することを少なくとも1回以上繰り返すことによって、ずれ量 Δd を小さくすることができると共に、ずれ量 Δd の大きいものだけを再度補正することもでき、歩留りが向上する。具体的には、図2(b)～(c)を再度繰り返し、ずれ量 Δd を補正する。

【0040】

最後に、図1(b)に示されるように、光ファイバ31、半導体レーザチップ21を搭載した基板1を筐体11の中のペルチェ素子12上に組み込み、窒素雰囲気中で筐体11に蓋を閉め密封する。このように、位置合せをし固着した後に筐体11の中に組み込むのではなく、筐体11に先に組み込んでから上述の位置合せを行うこともできるが、筐体11がレーザマイクロメータ10の平行光線を透過しないものからなる場合には、筐体11に基板1を先に組み込むとレーザマイクロメータ10で測定できないことになるため、筐体11に組み込むのを位置合せ後に行うことが望ましい。なお、筐体11がレーザマイクロメータ10の光を透過する場合や、筐体11内でレーザマイクロメータ10を設置するスペースがある場合には、組み込んでから位置合せを行っても問題ない。なお、ペルチェ素子12は、半導体レーザチップ21を駆動する際に発生する熱を吸収することにより基板1上の温度コントロールを行うものであり、一般的にはp形とn形の熱電素子を複数個、電氣的に直列に配置され、その両側をセラミック基板で挟み込んだ構造からなり、基板1上のサーミスタ15でモニターされた温度に基づいて制御されるものである。

【0041】

このように、従来ならば、位置合せを行っても、実際には、位置合せ後に行う光ファイバの固着時に位置ずれを生じてしまうため、それを補正する必要がある、YAGレーザによる溶接で光ファイバを固着する場合には、その複数回の補正が困難であり、一方、補正を可能とすべく、ハンダ材を用いて固着する場合にも、ハンダ材が溶融する際に、加熱処理などにより位置ずれしてしまい、光ファイバのずれの方向およびその絶対量が分からないため、完全な位置合せを行うことができないのに対して、本発明では、レーザマイクロメータを用いることで、最初に最適な絶対位置を決定し、ハンダ材で固着後、最適位置からのずれ量を検出することができ、ずれ量を簡便に短時間で補正することができ、より高精度で結合効率が高くなる。結果として、従来のYAGレーザによる溶接で固着する場合に平均して $0.7\mu\text{m}$ 程度のずれがあった（図8（b）参照）のに対して、本発明では、図5（a）に示されるように、平均して $0.2\mu\text{m}$ 程度のずれとなり、結合効率が向上すると共に高歩留りとなる。位置ずれの補正を、さらに1回繰り返すことによって、図5（b）に示されるように、さらにずれ量は小さくなり平均して $0.1\mu\text{m}$ 程度にまで減少させることができる。

【0042】

また、他の製造方法として、図3（a）～（b）に示されるように、位置調整された光ファイバ31のY方向の位置をレーザマイクロメータ10により測定した後、光ファイバ31を固着することにより生ずるずれ量として予め予想される量 Δd_1 だけ駆動機構8により移動させた後に光ファイバ31をハンダ材5により固着することもできる。すなわち、光ファイバ31を固着する際に、熱が加わることなどにより、微妙なずれが生じるが、そのずれ量は、同種の光伝送体で同じ熱の印加に対して、殆ど同じであるため、ずれ量 Δd_1 はある程度予想することができ、その予想される量を予め調べておき、そのずれ量だけハンダ材5による固着前に光ファイバ31を駆動機構8により移動させ、最適位置からずらした位置で固着することにより（図3（a）参照）、固着後には最適位置に光ファイバ31が固着されることになり（図3（b）参照）、再度ハンダ材5を溶融して、再固着することを省略することができるため、工程を簡略化することができる。さらに、このように予め予想されるずれ量 Δd_1 をずらして固着した場合であ

っても、予想されるずれ量が若干異なって現れるものがあつた場合には、ハンダ材 5 によって固着した後、光ファイバ 31 の Y 方向の位置をレーザマイクロメータ 10 により測定して最適位置として記憶されている値とのずれ量 Δd を検出し、光ファイバ 31 の固着部を溶融して検出された Y 方向のずれ量 Δd だけ駆動機構 8 により光ファイバ 31 をずらせて再度固着することを少なくとも 1 回以上繰り返すことにより、さらに、ずれ量を小さくすることができると共に、ずれ量の大きいものだけを再度補正することもでき、さらに高精度、高歩留りとすることができ。

【0043】

また、位置ずれを生じていた 1 つの原因である、光ファイバ 31 のメッキ部分の応力がかかっていることで生じる位置ずれの問題を、位置合せを行う前に、光ファイバ 31 を加熱処理することにより、位置ずれを減少させることができ、補正する必要を減らし、精度よく、光ファイバ 31 と半導体レーザチップ 21 の位置合せを行うことができる。

【0044】

前述の例では Y 方向のみの位置調整について行った。これは光素子 2 として半導体レーザチップ 21 を用いた場合には、X 方向の光の拡がり小さいため、ずれが生じにくいからである。しかし、X 方向についても同様に調整することにより、さらに結合効率を向上させることができる。この例が図 4 に示されている。すなわち、X 方向は、Y 方向と垂直方向で、かつ、光伝送体 3 よ光素子 2 とを結ぶ光軸方向と垂直方向であるため、レーザマイクロメータ 10 のような光透過型の測定器によりずれ量を検出する場合、基板 1 が光透過基板でない場合には、レーザマイクロメータ 10 から出射された平行光線が基板 1 で反射されることになり、使用することはできないが、基板 1 に孔 13 のあいた基板を用いることにより、図 4 に示されるようにレーザマイクロメータ 10 (10 d、10 e、10 c) を配置することにより、レーザマイクロメータ出射部 10 d の平行光線を光ファイバ 31 へ照射でき、受光部 10 e で受光可能となり、これにより光ファイバ 31 の X 方向の位置を測定できる。測定方法などは Y 方向の測定と同じである。また、孔 13 は、光素子 2 などが固着される面上の光素子 2 と光伝送体 3 が固定

される位置との間で、基板 1 を貫通するように形成されており、孔 13 は大きいほうが、前述のハンダ付けの際の熱が光素子 2 側へ伝わりにくくなる点で望ましいが、基板 1 の強度との関係で 0.5 mm 程度の幅で基板 1 の幅の 50% 程度の長さに形成される。

【0045】

前述の各例では、光伝送体 3 として光ファイバ 31 を用いた例であるが、その他の例として、光伝送体 3 として光ファイバに接続する光学部品組立体 32 を位置合せする場合でも同様に行うことができる。光学部品組立体 32 とは、たとえば、図 6 (a) に示されるように、コリメートレンズ 32a、アイソレータ 32b、集光レンズ 32c、スリーブ 32d、フェルール 32e など筒 32f 内に組合せたもので、半導体レーザチップ 21 から出射される光を集光し、光学部品組立体 32 の一端部に結合される光ファイバ 31 などへ伝送させるためのものである。この光学部品組立体 32 の場合でも、レーザマイクロメータ 10 からの平行光線を、透過または屈折させないようなコパールや Cu-W などからなる筒 32f などで覆われているため、レーザマイクロメータ 10 で前述の光伝送体 3 として光ファイバ 31 を用いた場合と同様の方法で光学部品組立体 32 の絶対位置を測定することができ半導体レーザチップ 21 と結合することができる。なお、光学部品組立体 32 は、上述の構成以外の構成でもよい。すなわち、半導体レーザチップ 21 から出射される光を伝送する構成となっており、レーザマイクロメータ 10 の光を透過または屈折させない構成となっているものであればよく、たとえば、BK7 (ボロンシリケートクラウンガラス) や石英などからなるロッドレンズなどの単一のレンズのようなものでも、レーザマイクロメータ 10 の光を透過または屈折させない構成となっていればよい。

【0046】

また、前述の各例では、光素子 2 として半導体レーザチップ 21 を用いた例で説明しているが、これに限られることはなく、その他の例として、たとえば図 6 (b) に示されるように、光素子 2 として半導体レーザチップ 21 とレンズ 22 とを一体的に結合した結合体を用いることもできる。結合体は、半導体レーザチップ 21 とレンズ 22 がサブマウント 7 上に形成されており、レンズ 22 は、半

導体レーザチップ 21 から出射される光を集光し平行光線とし、光伝送体 3、たとえば上述の光学部品組立体 32 へ伝送させるためのものである。このレンズ 22 を用いることにより、光伝送体 3 のずれによる影響（出力の低下）を小さくすることができる。具体的には、図 6（b）に示されるようにサブマウント 7 上に、YAG 溶接などによりレンズブラケット 22a などを形成し、その後、半導体レーザチップ 21 を固着すると共に、レンズブラケット 22a にレンズ 22 を接着剤により固着する。なお、レンズが直接サブマウント 7 上に形成されていてもよい。また、光素子 2 がこれら以外のもの、たとえばキャンパッケージの半導体レーザ、光導波路、複数のレンズなどと半導体レーザチップ 21 などの発光デバイスとを組み合わせた結合体などの場合であっても適用することができ、同様に正確な位置合せをすることができ、さらに、発光デバイスの代わりにフォトダイオードなどの受光デバイスを用いた場合であっても同様に適用することができる。なお、受光デバイスとの位置調整は、光伝送体 3 に外部から一定の出力の出射光を入射させ、受光デバイスが受光する受光量が最大となる位置などの最適位置に合わせることで行い、それ以外は、発光デバイスの場合と同様の方法で位置合せすることができる。

【0047】

【発明の効果】

本発明によれば、光素子と光伝送体が固着される基板上に、光伝送体をハンダ材を用いて固着する前に、レーザマイクロメータにより最適位置を測定し、ハンダ材で固着後、光伝送体の位置を再度検出し、ずれ量の補正を行うことで光素子と光伝送体との位置関係を精度よく合せることができ、高精度、高歩留りの光モジュールが安価に得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による光モジュールの製法を説明する説明図および本発明の製法による光モジュールを説明する断面説明図である。

【図 2】

本発明による光モジュールの位置合せを説明する説明図である。

【図 3】

本発明による他の実施形態に係る光モジュールの位置合せ説明する説明図である。

【図 4】

本発明による他の実施形態に係る光モジュールの製法を説明する説明図である。

【図 5】

本発明による光モジュールの位置ずれ量を説明する説明図である。

【図 6】

本発明による他の実施形態に係る光伝送体および光素子を説明する側面および斜視説明図である。

【図 7】

本発明による光素子の Y 方向の光強度分布を説明する説明図である。

【図 8】

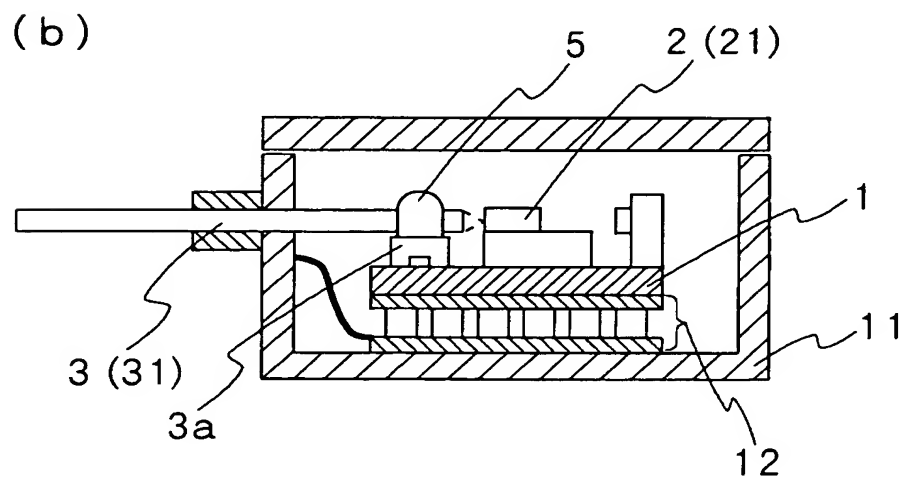
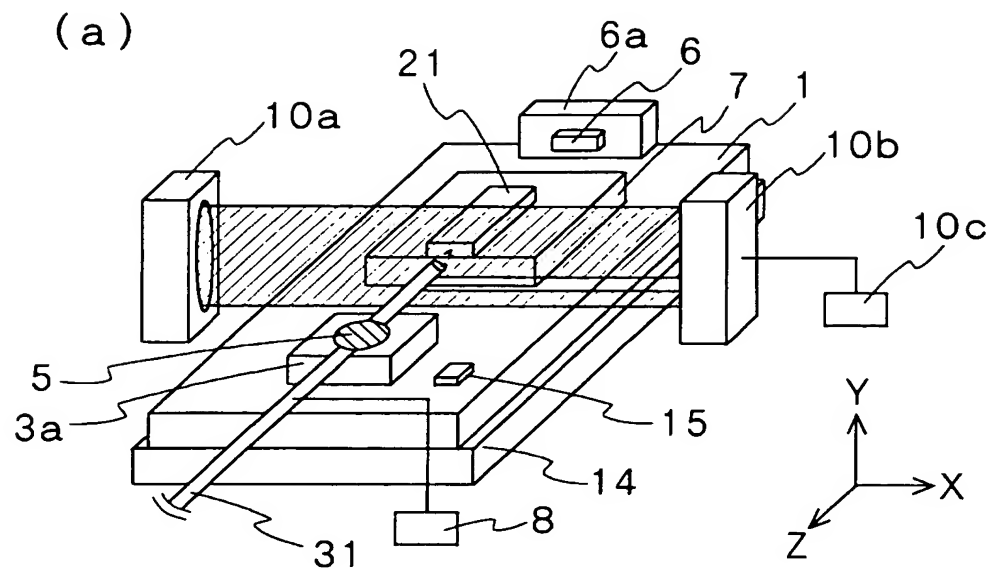
従来の光モジュールの位置合せおよび位置ずれ量を説明する説明図である。

【符号の説明】

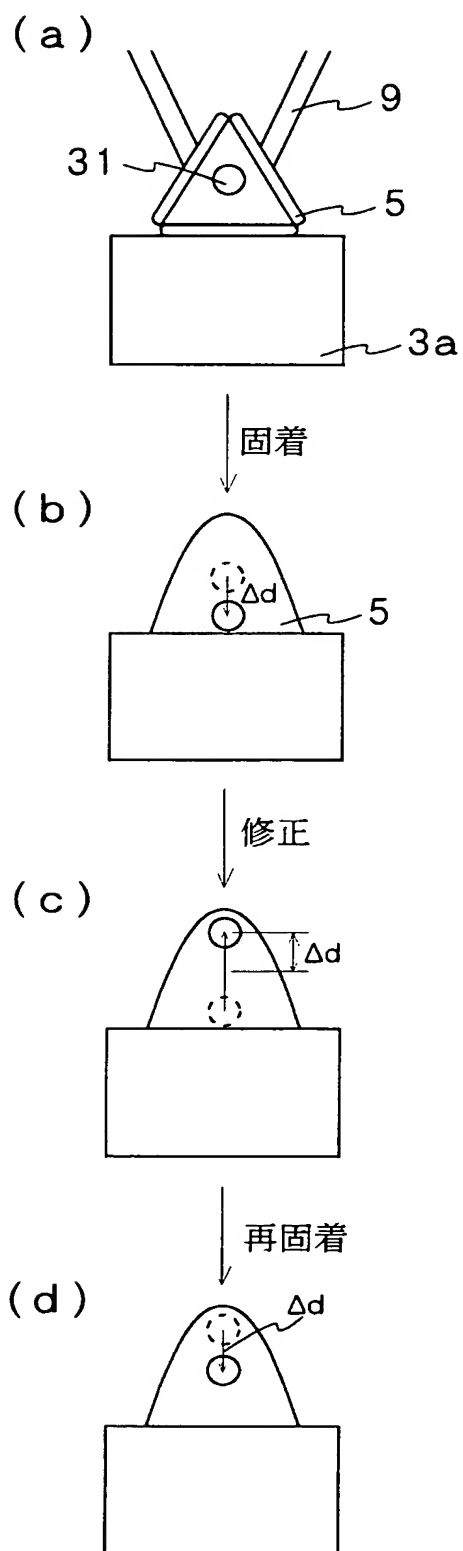
- 1 基板
- 2 光素子
- 3 光伝送体
- 5 ハンダ材
- 1 0 レーザマイクロメータ
- 2 1 半導体レーザ
- 3 1 光ファイバ

【書類名】 図面

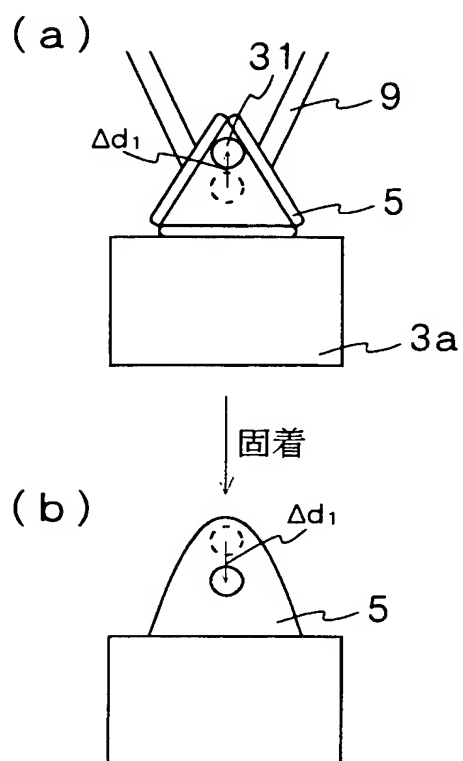
【図 1】



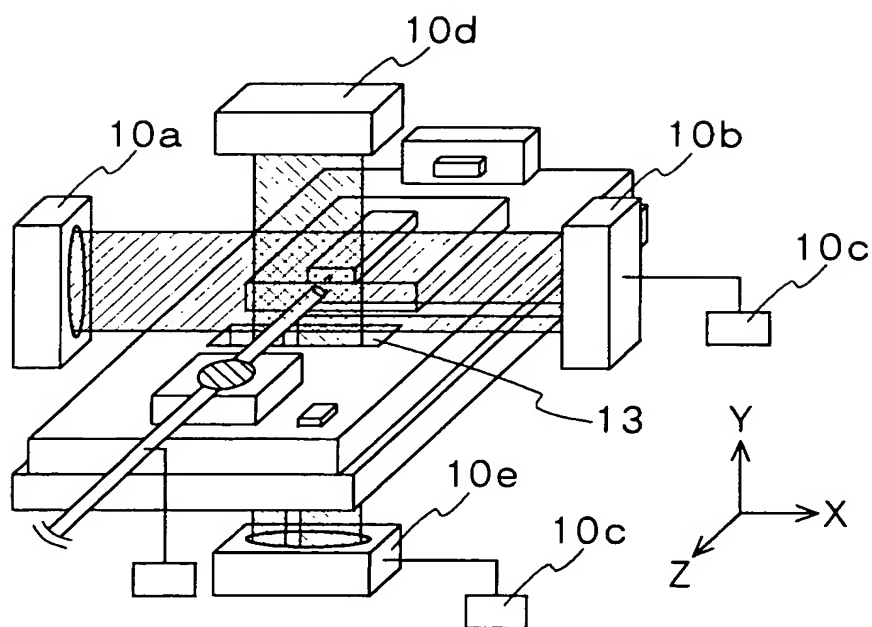
【図 2】



【図 3】

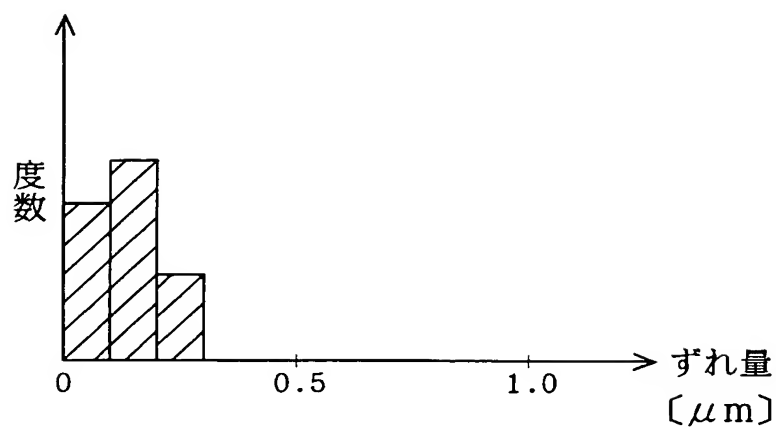


【図 4】

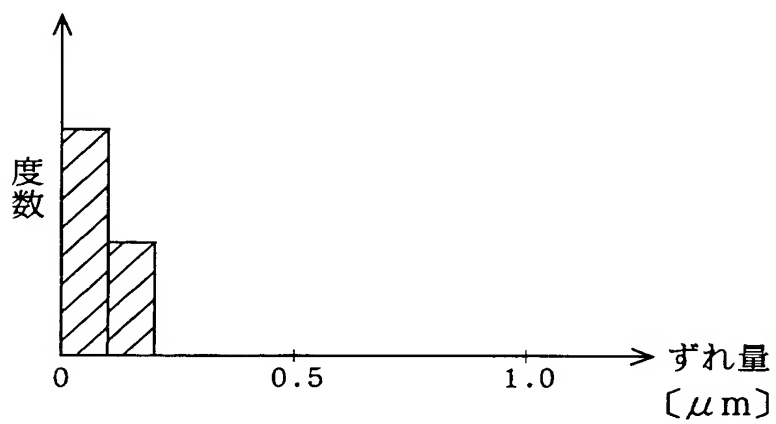


【図 5】

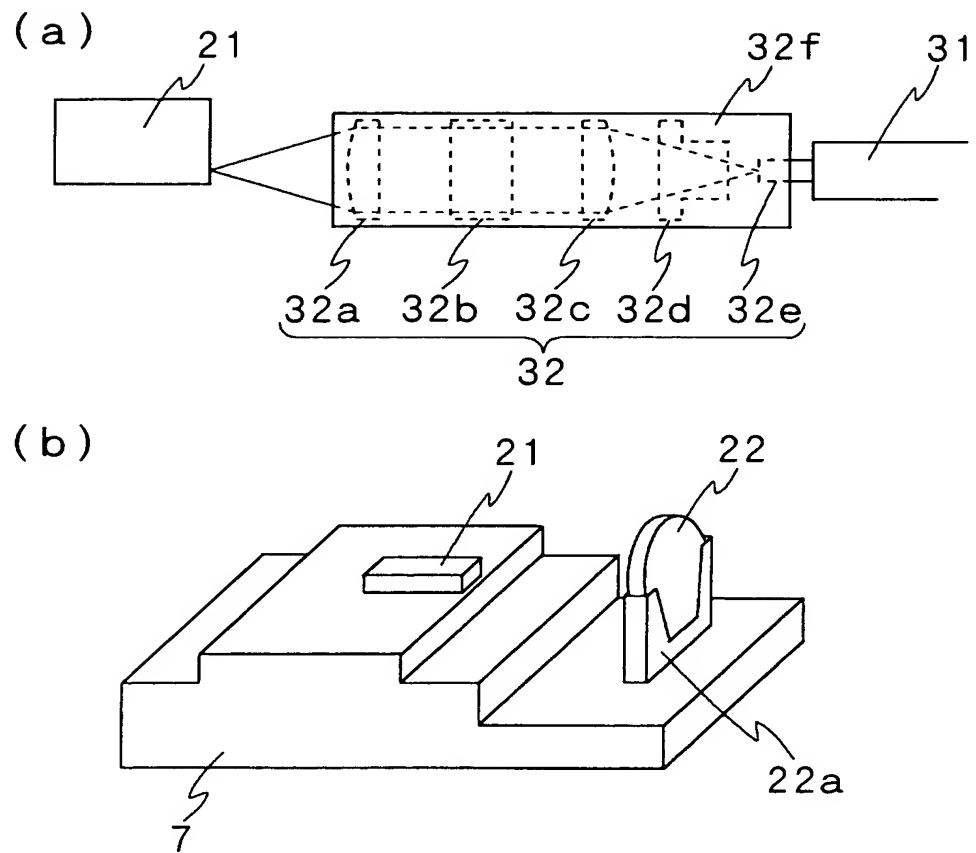
(a)



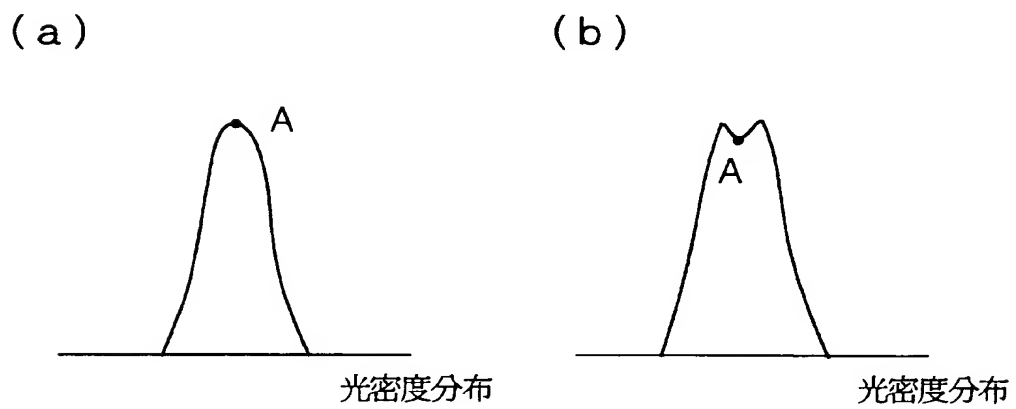
(b)



【図 6】

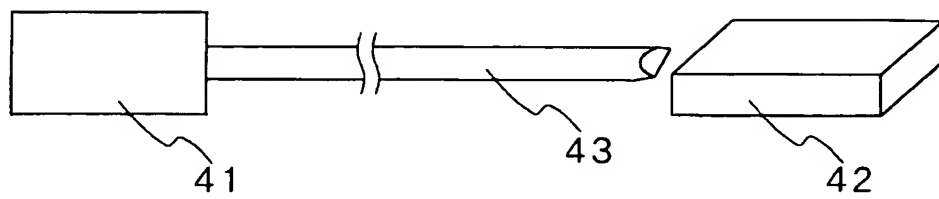


【図 7】

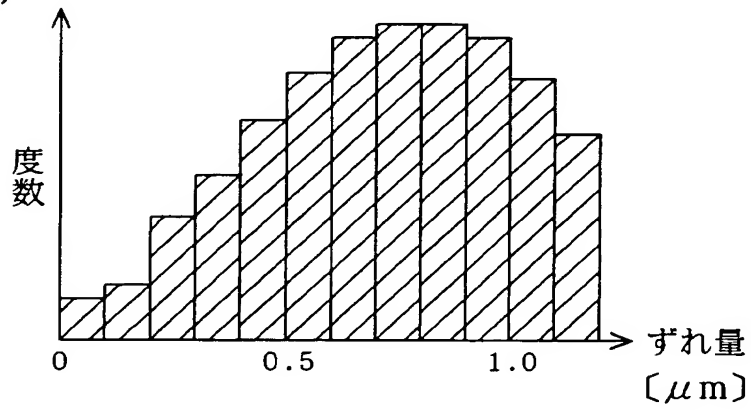


【図 8】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、光素子と光伝送体との位置関係を精度よく合せ、かつ、短時間で確実に高い結合効率を得られる光モジュールの製法を提供する。

【解決手段】 たとえば、光伝送体 3 を光素子 2 との結合が最適位置になるように位置調整をし、光伝送体 3 が固着された基板 1 の面と垂直方向である Y 方向の位置をレーザマイクロメータ 1 0 (1 0 a、1 0 b、1 0 c) により測定した後、光伝送体 3 をハンダ材 5 により固着し、再度、レーザマイクロメータ 1 0 により測定して固着前の測定値とのずれ量を検出し、固着部を再度溶融してずれ量だけ光伝送体 3 をずらせて再度固着する。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 2 0 7 2 2

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 1 1 6 0 2 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地

氏 名

ローム株式会社